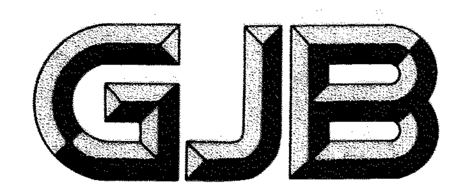


中华人民共和国国家军用标准

FL 0109

GJB 150.22A—2009
代替 GJB 150.22—1987

军用装备实验室环境试验方法 第22部分：积冰/冻雨试验

Laboratory environmental test methods for military materiel——Part 22: Icing/freezing rain test

2009—05—25 发布 2009—08—01 实施

中国人民解放军总装备部 批 准

目　　次

前　言

GJB 150《军用装备实验室环境试验方法》分为28个部分：

a) 第1部分：通用要求；
b) 第2部分：低气压(高度)试验；
c) 第3部分：高温试验；
d) 第4部分：低温试验；
e) 第5部分：温度冲击试验；
f) 第7部分：太阳辐射试验；
g) 第8部分：淋雨试验；
h) 第9部分：湿热试验；
i) 第10部分：霉菌试验；
j) 第11部分：盐雾试验；
k) 第12部分：砂尘试验；
l) 第13部分：爆炸性大气试验；
m) 第14部分：浸渍试验；
n) 第15部分：加速度试验；
o) 第16部分：振动试验；
p) 第17部分：噪声试验；
q) 第18部分：冲击试验；
r) 第20部分：炮击振动试验；
s) 第21部分：风压试验；
t) 第22部分：积冰/冻雨试验；
u) 第23部分：倾斜和摇摆试验；
v) 第24部分：温度－湿度－振动－高度试验；
w) 第25部分：振动－噪声－温度试验；
x) 第26部分：流体污染试验；
y) 第27部分：爆炸分离冲击试验；
z) 第28部分：酸性大气试验；
aa) 第29部分：弹道冲击试验；
bb) 第30部分：舰船冲击试验。

本部分为GJB 150的第22部分，代替GJB 150.22－1987《军用设备环境试验方法　积冰/冻雨试验》。

本部分与GJB 150.22－1987相比，主要变化如下：

a) 删除了GJB 150.22－1987中的“试验条件”，增加了确定试验方法、试验顺序、试验程序和试验条件的剪裁指南；
b) 增加了对试验信息的要求；
c) 改变了试验程序中试件温度，从“2℃±1℃”改为“0^{+2}℃”；
d) 细化了对冰层厚度的规定。

本部分由中国人民解放军总装备部电子信息基础部提出。

本部分起草单位：中国船舶重工集团公司704所、中国航空综合技术研究所。

本部分主要起草人：贾学懋、夏越美。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

GJB 150.22－1987。

军用装备实验室环境试验方法
第22部分：积冰/冻雨试验

1 范围

本部分规定了军用装备实验室积冰/冻雨试验的目的与应用、剪裁指南、信息要求、试验要求、试验过程和结果分析的内容。

本部分适用于对军用装备进行积冰/冻雨试验。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本部分的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本部分，但提倡使用本部分的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GJB 150.1A－2009 军用装备实验室环境试验方法 第1部分：通用要求

GJB 4239 装备环境工程通用要求

3 目的和应用

3.1 目的

本试验的目的在于确定装备能否：

a) 耐受积冰/冻雨环境；

b) 在积冰/冻雨环境下工作；

c) 确定除冰设备和技术的有效性，包括现场规定使用的设备和方法的效能。

3.2 应用

本试验适用于评价：

a) 可能暴露在由冰雨或毛毛雨产生的积冰条件下的装备；

b) 由于海水溅沫或雾状物而引起冰的积聚对其工作性能影响的装备。

3.3 限制

本试验不适用于：

a) 模拟降雪条件；

b) 模拟飞机穿过过冷云层时机上的积冰；

c) 评价天线装置和天线的性能(充满空气的冰霜引起了相当大的信号反射)；

d) 雪水积冰所造成的影响。

4 剪裁指南

4.1 选择试验方法

4.1.1 概述

分析有关技术文件的要求，应用装备(产品)订购过程中实施GJB 4239得出的成果，确定装备寿命期内积冰/冻雨环境出现的阶段，根据下列环境效应确定是否需要进行本试验。当确定需要进行本试验，且本试验与其他环境试验使用同一试件时，还需确定本试验与其他试验的先后顺序。

4.1.2 环境效应

4.1.2.1 概述

积冰/冻雨会妨碍设备的正常工作及其生存能力并影响工作人员的安全，还应考虑4.1.2.2和4.1.2.3列出的典型问题来帮助确定本试验是否适用于受试设备。

4.1.2.2 物理和化学效应

积冰/冻雨环境可能导致装备(产品)产生下列物理和化学效应：

a) 运动部件冻结在一起；
b) 增加雷达天线、气动控制表面、直升机旋翼的重量；
c) 增加操作人员滑倒的危险；
d) 影响运动部件间的间隙；
e) 引起结构故障；
f) 降低冷却系统或过滤器中的气流效率；
g) 降低风挡玻璃和光学设备的能见度；
h) 因使用机械的、人工的或化学除冰方法，对装备提供一可能的损害来源；
i) 降低气动提升和控制表面的效率；
j) 减少(飞机)喘振边界。

4.1.2.3 电效应

影响了电磁辐射的传输。

4.1.3 选择试验顺序

一般要求见GJB 150.1A－2009中的3.6，特殊要求如下：

a) 对试件施加使试件损伤最小的环境应力，以使试件能作更多的试验项目。为此，本试验应在：
   1) 淋雨试验后、盐雾试验前进行，因为残留的盐将影响冰的形成；
   2) 力学试验前进行，因为力学试验能使零件松动。
b) 施加的环境应能最大限度地显示叠加效应。

4.2 选择试验程序

4.2.1 概述

本试验只有一种程序，但程序可以变更。试验前应根据有关文件的规定和为该程序提供的信息，选择特定的程序可变部分(本程序特有的试验条件/文件)。根据装备的工作目的和寿命周期，并考虑冰的形成方式和冰的类型。

4.2.2 冰的形成

4.2.2.1 冰的形成方式

冰的形成有以下四种主要方式：

a) 毛毛雨或雾降落到温度在冰点或冰点以下的装备上；
b) 升华作用；
c) 冻雨或毛毛雨降落在冰点或接近冰点的装备上；
d) 海水溅沫和雾状海水覆盖在冰点以下的装备上。

4.2.2.2 冰的类型

冰的类型如下：

a) 冰霜(不透明的/颗粒状的)。过冷水滴撞击在物体上快速冻结成的不透明、颗粒状的冰。冰霜较软、较轻，主要由分散的冰的颗粒构成，其密度从$0.2g/cm^3$(软冰霜)到$0.9g/cm^3$(硬冰霜)。
   1) 硬冰霜。由密集的过冷的雾，主要在垂直表面上沉积的大量的不透明的颗粒状的冰霜。是一种比软冰霜更紧密和非结晶的冰霜，并逆风向呈光滑的锥形或羽毛状向外堆积。由海水的过冷浪花溅沫在船舶或海岸线的结构物上所结的冰是硬冰霜。
   2) 软冰霜。过冷的雾在物体垂直的表面上，尤其是在物体的尖端部位和棱边上沉积的一层白色、不透明的、细密的冰霜。在物体迎风的一边，软冰霜会逆向结成很厚的一层羽毛状锥

体或针尖状物，其结构类似于霜。

b) 雨冰。过冷的水气膜在物体上冻结成的清澈、光滑、含有气阱的冰。雨冰比冰霜密度大，更硬、更透明，密度可达 0.9g/cm³。雨或毛毛雨在物体上冻结形成雨冰。雨冰清澈透明，密度几乎与纯冰相同，去除困难，是本试验的焦点。

4.3 确定试验条件

4.3.1 概述

选定本试验后，还应根据有关文件的规定和为该程序提供的信息，选定该程序所用的试验条件和试验技术，并确定装备在积冰/冻雨环境中或经积冰/冻雨后应完成的功能。应确定试验温度、降水速率、降水方法、水滴尺寸、积冰厚度等试验参数和试件的技术状态，确定时应考虑 4.3.2～4.3.6 的内容。

4.3.2 试验温度

试验程序中推荐的试验温度可用于产生所要求的环境条件。试验箱(室)和水的推荐温度应按不同尺寸的试件进行调整，以防水滴在与试件接触前过早地结冰。为了允许水在结冰前渗入裂口、接缝等，不应采用 0℃以下的初始试件温度。

4.3.3 降水速率

可采用能产生纯净、均匀雨冰层的各种降水速率，本试验建议采用 25mm/h 的降水速率。

4.3.4 降水方法

可以采用能实现均匀飞沫或喷洒的下述任何降水系统：

a) 喷嘴的布置应能将水直接喷洒到试件顶部、侧面、正面和后面；

b) 喷嘴的布置应将水向下喷洒到试件上，使用风或附加的手持式喷嘴向侧面喷洒，为了保持冰的均匀增长，风应尽量小；

c) 用单一喷嘴直接把水喷洒到试件各面。

4.3.5 水滴尺寸

对不同的试件，可以使水滴尺寸在 1.0mm～1.5mm 直径的水滴尺寸的范围内进行调节，这样会产生需要的结冰。

4.3.6 积冰厚度

除另有规定外，推荐的积冰厚度见表 1。

表 1 积冰厚度

试验等级	冰层厚度 mm	适用范围
A	6	一般条件下的轻负荷
B	13	一般条件下的中等负荷
C	37	重的地面负荷和船用桅杆负荷
D	75	非常重的地面负荷和船用甲板负荷

4.4 工作考虑

装备工作时应考虑：

a) 某些覆盖着冰的装备预期将不首先经过除冰程序就能即刻工作，其他装备则预期要在进行某种形式的除冰后才能运行(例如飞机飞行前的副翼(襟翼))；

b) 若要求除冰，则可用内装除冰系统或预期能在现场使用的规定方法，也可将这些方法结合起来使用；

c) 正确使用防冰装置，例如预热表面。

5 信息要求

5.1 试验前需要的信息

一般信息见 GJB 150.1A－2009 中的 3.8，特殊信息如下：

a) 施加的冰厚度；

b) 除冰方法；

c) 任何对推荐的试验温度和水滴尺寸的偏离；

d) 施加结冰的试件表面；

e) 使用的风速。

5.2 试验中需要的信息

一般要求见 GJB 150.1A－2009 中的 3.11，特殊信息如下：

a) 试验箱温度——时间关系曲线的记录；

b) 试件温度——试验持续时间的时间数据关系曲线的记录。

5.3 试验后需要的信息

一般要求见 GJB 150.1A－2009 中的 3.14，特殊信息如下：

a) 实际冰厚；

b) 要求的除冰工作的结果；

c) 故障/问题的初步分析；

d) 冰的类型，即雨冰或冰霜。

6 试验要求

6.1 试验设备

试验设备包括一个试验箱或试验舱以及相应的辅助仪器，试验设备应能够建立并保持规定的试验条件。采用的试验设备的配置应能保证试件装入后不久就能使试验条件达到稳定。供水设备安排应使试验箱内的积水/积冰最少。能连续记录试验箱温度测量结果和试件温度（要求时）。

6.2 试验控制

每次试验前应审查关键参数。喷嘴喷淋方式应能确保所有试验风速下的均匀冲击。除另有规定外，只要除试件操作以外的任何动作（例如打开试验箱的门）导致试件或试验箱温度的明显改变（大于 2℃），在继续试验前都要使试件重新稳定在要求的试验温度上。若在 15min 内未完成工作检查，则应在继续试验前恢复试件温度条件。

6.3 试验中断

一般要求见 GJB 150.1A－2009 中的 3.12，特殊要求如下：

a) 欠试验中断。积水/冻雨试验的中断不大可能发生任何有害影响，一旦试验条件重新建立，试验就应从中断点继续进行。

b) 过试验中断。导致试件暴露在比技术文件所要求的条件更严酷的情况下的任何中断，应进行全面的工作性能检查和物理检查。若没有问题，试件应恢复到试前条件重新开始试验。

6.4 试件的安装与调试

一般要求见 GJB 150.1A－2009 中的 3.9，特殊要求如下：

a) 清洗试件在正常工作状态下不应有污物的所有外表面。很薄的油膜或油脂都会阻碍冰粘附于试件上并改变试验结果。

b) 为便于测出冰的厚度，将一根适当尺寸的测深规（铜棒或钢管）安装在将能经受与试件大致相同降水量的位置。如有其他能测出冰厚的测量技术也可采用。

注：高度变化较大的试件，如天线杆应在不同高度上安装测试棒，因人工产生的冰的积聚速率取决于试件和喷嘴间的距离。

c） 在喷雾系统中采用经过冷却的水（0℃～3℃）将比未经冷却的水产生更快的结冰速率。

7 试验过程

7.1 概述

单独或组合进行以下步骤，都为收集装备在积冰/冻雨环境下的必要信息提供了依据。

7.2 试验准备

7.2.1 试验前准备

试验开始前，根据有关文件确定试验程序、试件的技术状态、试验持续时间、储存或运行的参数等级、结冰厚度等。

7.2.2 初始检测

试验前所有试件均要在标准大气条件下进行检测，以取得基线数据。检测按以下步骤进行：

a） 按技术文件规定，在试件内部、上部或试件周围安装温度传感器；

b） 在试验箱内按要求的技术状态和方位，并在标准大气条件下安装试件；

c） 对试件进行外观检查，特别注意应力区域，例如模压外壳的边角，并记录结果；

d） 按技术文件规定对试件进行工作检测，并记录结果；

e） 若试件工作正常，则进行试验程序的步骤；若试件工作不正常，则应解决问题，重复 d）。

7.3 试验程序

试验程序的步骤如下：

a） 将试件温度稳定在 0^{+2}℃。

b） 均匀喷洒预冷水 1h，允许水渗入试件的缝隙/开启口（尽管理想的水温是0℃～3℃，但以25mm/h的降水速率喷洒水温为5℃的水同样也能达到令人满意的结果）。

c） 调节试验箱的空气温度至－10℃或规定的其他温度，并保持水的喷洒速率直至试件表面上堆积的冰达到要求的厚度。采用风和侧面喷洒帮助试件侧面上的冰的堆积。

注 1：若难于产生所需要的雨冰，可改变一种或多种参数，如水温或试件温度、喷洒速率、喷嘴和试件间的距离等。

注 2：为便于温度调节并尽量减少试验箱制冷盘管的结霜，在温度降低期间中止喷雾比较容易达到这个要求。

d） 保持试验箱的空气温度至少 4h 以使冰硬化。在此期间，为防止发生安全事故，应检查试件，若正常则使试件工作并记录结果（如必要的话，还应拍照）。

e） 若 d）失败或允许除冰则除冰。除冰方法限于本部分中的规定，例如内装除冰系统和现场便于采用的临时性方法，并记录除冰效果。

f） 为防止发生安全事故应检查试件，如正常（或可能）的话，在技术文件规定的低工作温度下试着使试件工作。

g） 若有要求，重复 c）～f），产生其他要求的结冰厚度。

h） 在标准大气条件下使试件达到稳定状态，并进行试后工作检查。

i） 记录（如需要，还应拍照）结果，用于与试前数据进行比较。

8 结果分析

除 GJB 150.1A－2009 中的 3.17 提供的指南外，下列信息也有助于评价试验结果。凡试件不满足产品规范要求的数据都可用于本试验的分析。

a） 对于必须在不除冰的条件下工作的装备，其性能是否已降到超出要求文件规定的范围；

b） 对于工作前要求除冰的装备，在已进行了正常的除冰后，其性能是否已降到超出规定的限制/要求的范围；

c) 正常除冰是否损坏了该装备；

d) 是否已产生出危险的征兆。
